

Partial translation of Japanese Laid-Open Publication No. 8-
95035

Title of the invention: Reflection type liquid crystal display device and display device using it

5

[0095]

(Example 11)

As an eleventh example of the present invention, a direct view type display device, using the reflection type liquid crystal display device according to one of the first through ninth examples of the present invention described above, will be described with reference to FIGS. 14A and 14B.

[0096]

The direct view type display device of this example is suitably applicable to a situation where the observer substantially fixes his or her eyes either on a point, or within a substantially fixed range, of the screen as shown in FIG. 14A, for example. The screen may be included in the display terminal device of an information processor or in the control panel of some electronic unit.

[0097]

As the liquid crystal panel 1401, a reflection type liquid crystal display device according to the seventh example of the present invention may be used. Specifically, in the liquid crystal display device, the base member 19 of the

counter substrate 18 has a principal surface including a plurality of tilted portions. The liquid crystal display device can conduct a color display operation by using a color filter layer that includes a plurality of color cells representing the three primary colors of R, G and B on the screen having a size of 9 inches diagonally. This liquid crystal panel 1401 may naturally be a reflection type liquid crystal display device according to any other example of the present invention described above.

[0098]

A spotlight 1402 is disposed as a light source below the liquid crystal panel 1401 so that the panel 1401 is illuminated with the light emitted from this spotlight 1402. In the example illustrated in FIG. 14A, the spotlight 1402 is disposed below the panel 1401. However, the spotlight 1402 may also be disposed above, or on the right- or left-hand side of, the panel 1401. In any case, the respective tilted portions provided on the surface of the base member 19 included in the counter substrate 18 should face the directions as shown in FIG. 14A so that the outgoing light 25, which is reflected from the reflective plane of the pixel electrode 16 and then directed toward the observer for the purpose of display, is separable from the unwanted light 27 that has been reflected from the principal surface of the base member 19. In the inventive projection type display device having such a configu-

ration, the light, which has been emitted from the spotlight 1402 as the light source, is reflected from the reflective plane of the pixel electrode 16, passed through the liquid crystal layer 22 and the counter substrate 18, and then incident onto the eyes of the observer 1403 who is directly looking at the image on the screen. On the other hand, the unwanted reflected light 27, which has been reflected from the surface of the base member 19 in the counter substrate 18, is directed away from the eyes of the observer 1403 downward, for example. Accordingly, the observer 1403 is not dazzled by the unwanted reflected light 27 and the contrast ratio does not decrease, either. As a result, even if the observer 1403 is directly looking at the screen for a long time, he or she can comfortably look at the image on the screen without feeling any eyestrain.

[0099]

Alternatively, the direct view type display device having the configuration of this eleventh example is also applicable to a wall-hung TV set as shown in FIG. 14B. In that case, the spotlight 1402 may be disposed above the liquid crystal panel 1401 as opposed to the situation shown in FIG. 14A so as to supply light to the liquid crystal panel 1401. For example, where this display device is used in a room, the spotlight 1402 may be hung down from the ceiling of the room. If a wall-hung TV set includes the direct view type display

device having such a configuration, then the observer can view an image having good contrast characteristics without being dazzled by the unwanted light that has been reflected from the screen.

5 [0100]

 The direct view type display device according to the present invention can also eliminate various other types of unwanted light 27, which would otherwise reach the observer's eyes from indoor illuminators, for example, not just from the
10 spotlight, so that only the outgoing light 25 reach his or her eyes selectively for the display purposes. As a result, the observer can look at an image having good contrast characteristics on the screen without feeling uncomfortable with the unwanted reflection or projection from/on the
15 display screen.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-095035

(43)Date of publication of application : 12.04.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1333

G02F 1/136

(21)Application number : 07-165031

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1995

(72)Inventor : NAKAMURA HIROYOSHI
 KENMOCHI MASAHIRO
 YAMADA YOSHITAKA
 WATANABE YOSHIHIRO
 KOBAYASHI MICHIO
 HARADA NOZOMI

(30)Priority

Priority number : 06178535

Priority date : 29.07.1994

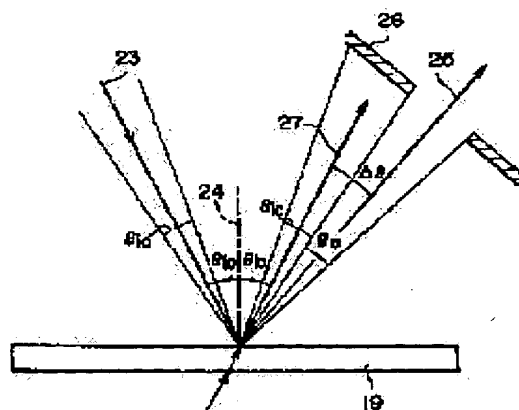
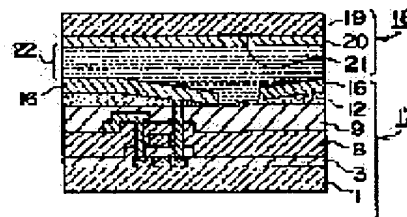
Priority country : JP

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND DISPLAY DEVICE USING IT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high contrast ratio image having a large ON/OFF ratio by setting the relation between a reflection face of a picture element electrode and a base body principal plane of a liquid crystal panel front face so that a difference between a reflected light reflection angle of incident light on the base body surface and an outgoing light emitting angle to be emitted is not less than a converging angle of a display device.

CONSTITUTION: An incident luminous flux 23 is incident on a glass substrate 19 serving as a transparent base body for an opposed substrate at 10 degrees to the normal line direction 24. On the other hand, the luminous flux is emitted to the outside of the glass substrate 19 again through a picture element electrode 16, a liquid crystal layer 22, and the like in a reflection type liquid crystal display device. After reflected light 27 reflected on the surface of the glass substrate 19 serving as the base body for the opposed substrate and an outgoing luminous flux 25 concerning display are separated from each other by using a schlieren optical system of a simple structure, in other words, using an aperture 26 as an outlet of the outgoing light, the separated reflected light 27 is discriminated so as not to leak to the display side. A converging angle of the aperture 26 in the schlieren optical system is set to 8 degrees.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(9)

スプリックで直線偏光化するとともに、偏光変換面で反射した光を液晶表示装置に垂直に入射して、その液晶表示装置で反射して出て来る光を再び偏光ビームスプリックに導き、透過させた光を投射して拡大表示するものである。

【0025】このとき、液晶表示装置の対向基板主面での反射光が、液晶表示装置で反射して出て来て画像表示に寄与する光と混在することに起因したコントラスト比の低下を防ぐために、上記のような公知技術において、対向基板を5〜15度の傾き角を有する楔（くさび）型とし、対向基板表面での反射光が偏光ビームスプリックに入射しないようにするという技術が提案されている。

【0026】この場合、対向基板表面での反射光が偏光ビームスプリックに入射しないようにするには、反射型液晶表示装置と偏光ビームスプリックとの間の距離を長くするか、もしくは傾き角を大きくすることが必要となる。前者の場合では、光学系全体が人型になってしまう、反射型液晶表示装置としての小型・軽量化の妨げとなると言う問題がある。また後者の場合では、傾き角が大きいと基板の片面での厚さが極めて厚くなってしまふこと、および液晶セルを形成する際には、一般に上下から2枚の基板を間に挟んで加圧することが必要だが、この加圧の際の液晶セル厚（セルギャップ）の均一化の制御が極めて困難なものとなり、液晶セル厚にむらが生ずると言う問題がある。

【0027】上記のような公知技術に係る光学系においては、光源光の集光角を制御していないため、一般的な光源及びフレネルを用いた光学系での入射光の集光角は14度程度もしくはそれ以上であり、そして入射光は反射型液晶表示装置に垂直に入射されるため、入射光は反射型液晶表示装置に垂直に入射される必要があるため、大きな傾き角が必要であると言える。

【0028】しかしながら、本発明に係る反射型液晶表示装置においては、入射する光の集光角を規定することによって、画像表示にも出射光の集光角を規定することによって、画像表示に寄与する画像電極での反射光と対向基板主面での無駄な外光の反射光とを分離する傾き角が小さくとも、コントラスト比を従来よりも大幅に効果的に改善することができ、また液晶セル厚のむらを解消することができ、また光学系をはじめとして装置全体の小型・軽量化を実現することができる。

【0029】

【実施例】以下、本発明に係る反射型液晶表示装置およびそれを用いた表示装置の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。

【0030】（実施例1）この第1の実施例の反射型液晶表示装置は、画素サイズ約100 μ m対角約3インチの反射型液晶表示装置である。

【0031】図1は、本発明に係る第1の実施例の反射型液晶表示装置の構造とその製造方法を、製造工程を追

って示す図である。

【0032】洗浄前処理を施した高熱ガラス基板1を基体として用いて、この高熱ガラス基板1上に一般に行なわれるような方法でTFTを形成する。このとき、高熱ガラス基板1としては、ガラスのみには限定されず、石英やサファイア、SiC、セラミックス等の絶縁性透明膜を用いてもよい。TFT素子形成プロセスは、多結晶シリコン層2を形成（図1A）、その後ドライエッチングによる島状素子分離、CVD法によるゲート絶縁膜3、ゲート電極4の形成、イオン注入によるソース・ドレイン6の不純物領域の形成を行なう。TFT7の活性層を中心とした主要部を形成する（図1B）。

【0033】続いて、第1層間絶縁膜8、信号線10の形成、第2層間絶縁膜9など通常のTFT周辺の形成方法と同様に形成して、画素スイッチング素子としてのTFT7を形成した（図1C）。

【0034】このとき第2層間絶縁膜9は形成法により平坦化処理を行なった。多結晶シリコン層2は、LPCVD法で非晶質シリコンを成膜後、固相成長させて多結晶化して得た。もちろん、非晶質シリコンによるTFT7として形成しこれをスイッチング素子として用いるようにしてもよい。なお、図中には補助容量Csは省略した。

【0035】このようにしてTFT7上に第2層間絶縁膜9を形成した後、後の工程で形成する画素電極の光反射面を対向基板の基体に対して傾斜させるべく、傾斜層11を成膜しこれにエッチング処理を施して傾斜を与えらる。

【0036】この傾斜層11の形成方法は様々な方法が可能であるが、本実施例においては平坦化処理を施した第2層間絶縁膜9の表面にCF₄ガス常圧気中でプラズマを照射して、このSiO₂からなる第2層間絶縁膜9の表面にダメージ層12を形成する（図1D）。その後、レジスト13を塗布し、各画素ごとに二箇所ずつ開口4を設けるパターンニングを施した（図1E）。

【0037】そしてNH₄F液に浸してウエットエッチングを行なった。このとき、エッチングはサイドエッチングの形で図中横方向へと広がるので、図1Eに示すようにレジスト13の下側のダメージ層12においてその表面15が傾斜を有するようにエッチングが広がって行く。即ち、この方法はダメージ層の大きい表面の方が内部よりエッチング速度が早くなるため、その表面が速くエッチングされ結果的にテーパ角を持つエッチングされるのである。本発明者らが行った実験によれば、表面15の傾斜（テーパ角）は3〜8度の範囲で再現性よく形成された。このテーパ角の形成方法としては、ゾルゲル法、ドライエッチング法など種々の形成方法が可能である。

【0038】その後、レジスト13を剥離し、第2のレジストを塗布、画素電極を形成すべき部分に開口部をR

(10)

IEによってパターンニングした。つまり第2のレジストを剥離した後、第2層間絶縁膜の上の前記のテーパ角を持ってエッチングされた傾斜した表面15に、Al-Si層をスパッタ法で0.6 μ mの膜厚に成膜した。この画素電極16の材料としては反射率が低い材料であれば他の金属膜等を用いても構わない。このときスパッタ法は本実施例では高真空チャンバラ内で行ったため、画素電極16の表面の反射率は成膜直後で90%程度になった。この画素電極16表面の反射率がもっと低い場合には、表面の研削加工を行なって反射率を向上させればよい。

そしてこの画素電極16のパターンニングを行なって、TFTアレレイ基板17を完成させた（図1F）。

【0039】一方、対向基板18は、基体として無アルカリガラスからなるガラス基板19を用い、ITOからなる透明電極20、および遮光性材料を用いて遮光膜（BM）21を形成して得た。この遮光膜21は反射型液晶表示装置においては用いなくともよい場合もあるが、例えば隣り合う画素どうしの間の遮光を施す場合などに用いる。

【0040】そして、この対向基板18とTFTアレレイ基板17とを周面を封止して対向配置し、その間隙に注入口（図示省略）から液晶組成物を注入し液晶層22とて挟持させて、注入口を封止した。

【0041】このようにして本発明の第1の実施例の反射型液晶表示装置の主要部の構造は形成されている。

【0042】本実施例においては液晶層の液晶組成物としては、本発明の効果を確認するために、偏光板を用いない液晶つまりいわゆる高分子分散型液晶（PDL: Polymer Dispersion Liquid Crystal）を採用した。

【0043】そして、光学系としては図2に示したような光学系を用いた。即ち、入射光線23は対向基板18の透明基体であるガラス基板19の法線方向24に対して10度の入射角で入射させた。一方、図1に示すような反射型液晶表示装置の画素電極16および液晶層22等を經由して再びガラス基板19の外側へと出射される、図2に示す出射光線25は、簡便な構造のシェリレーン光学系を用いて、つまり出射光の出口として絞り（アパーチャ）26を用いて、対向基板18の基体であるガラス基板19の表面での反射光27と表示に係る出射光線25とを分離しこれに分離された反射光27が表示側に漏れないように絞りによって絞りした。

【0044】以上のような構造の第1の実施例の反射型液晶表示装置を用いて画像表示を行なわせたところ、高コントラスト比の輝度の高い画像を表示できることが確認された。また、画素電極16の主面の対向電極20や液晶層22に対する傾きに起因した電界の不均一性は、表示画像の表示品位の点からは問題とならないレベルに収まっており、良好な表示を実現することができた。

【0045】ここで、本発明に係る反射型液晶表示装置における、基体前面の不要な反射光と画素電極表面で反射されて用いられる表示に係る出射光とを分離する動作を説明する。

【0046】図3は、上述の分離動作を説明するための図である。対向する両方の基板17、18の基体表面をいづれも平行面とし、TFTアレレイ基板17側の基体と対向基板18側の基体とが平行に配置されているとする。つまりセルギャップは画面内で均一であるとする。入射光は入射光学系により集光角（広がり角） θ_i を有しており、対向基板18の基体表面に対する入射光の入射角を θ_{i0} 、画素電極16の傾斜した反射主面で反射し再び対向基板18の基体19表面から出射される出射光の出射角を θ_{r0} とする。また画素電極16の放射主面の、対向基板18の基体19主面に対する傾きを θ_m とする。そして、対向基板18の基体19の法線24と画素電極16の傾斜した主面に入射される光の入射角とのなす角を θ_i とすると、対向基板18の基体19の法線24と画素電極16の主面での反射光とのなす角 θ_r は、

$$\theta_r = 2\theta_m + \theta_i$$

である。

【0047】対向基板18の基体19表面での反射光27を表示に係る出射光25と分離させるためには、画素電極16の主面を反射して出射されてきた出射光25と対向基板18の基体19表面での反射光27との角度差 $\Delta\theta$ が、光学系の集光角 θ_c 以上であることが必要である。したがって、

$$\theta_c < \Delta\theta = |\theta_{r0} - \theta_{i0}|$$

となるように、画素電極16の斜面の傾き θ_m を定めればよい。即ち、対向基板18の基体19主面に対する入射光23'の入射角 θ_{i0} （反射光の反射角に等しいから）と、画素電極16の傾斜主面を反射して対向基板18の基体19から出射される出射光の出射角 θ_{r0} との差の角度が集光角 θ_c 以上となるように、画素電極16の主面の傾きを対向基板18の基体19に対して傾ければよいことが分かる。

【0048】または、上述のごとく本発明の要旨は対向基板18と画素電極16の反射主面との相対的な角度間隔を傾けように配置すればよいのであるから、画素電極16をTFTアレレイ基板17の基体主面と平行に形成し、対向基板18の基体19主面をアレレイ基板17や画素電極16の主面に対して傾けて傾けように形成しても、上述と同様の効果を得ることができる。このような構造の実施例は後述するが、本発明の動作の要旨を説明するために、この場合についてもここで説明する。

【0049】スネルの法則により、空気中の屈折率 n_a （=1）、液晶の屈折率 n_l とすると、

$$n_l \sin \theta_l = \sin \theta_0$$
$$n_l \sin \theta_l = \sin \theta_{i0}$$

(13)

形成されており、この画素電極16の露出状の断面を形成するための元となる第2層間絶縁膜9の表面を露出状に形成することが第2の実施例とは異なった本実施例の特徴である。即ち、各画素電極16の内において、そのような複数の傾斜主面701を持つように第2層間絶縁膜9の表面をパターンニングする。そのようなパターンニングの手法は色々あるが、ここでは斜めイオン射しによるドライエッチングを用いてパターンニング加工を行なった。本発明者らが行なった試作実験では、各々の傾斜の対向電極20（あるいはTFTアレイ基板17の基板18の表面）に対するテーパー角は、約5°程度で形状性良好に形成することができた。そしてこの第2層間絶縁膜9の上には、各画素ごとに画素電極16を形成した。この画素電極16は本実施例ではA1-Si膜をスパッタ法で0.6 μ mの膜厚に成膜しこれをエッチングによりパターンニングして形成した。

【0065】この画素電極16の形成材料層であるA1-Si膜の成膜は高真空チャンバ内でのスパッタ法により行なったため、成膜直後の反射率は85%程度と極めて良好な反射特性を示した。

【0066】そしてこのようにして画素電極16を形成してTFTアレイ基板17の主要部を形成した後、対向基板18も形成しそれ以降の各製造プロセスは第2の実施例等とはほぼ同様にして、この第4の実施例の反射型液晶表示装置の主要部を完成する。このとき、光学系も前述の各実施例と同様に図2に示すようなシュレーレン光系を用いて、絞リ26による反射光と表示に係る出射光25との分離を行なうようにした。集光角はいずれも8°であった。

【0067】このようにして形成された反射型液晶表示装置は、オン/オフ比が高く、高コントラスト比の良好な表示画像が得られた。また、上述のように1画素を細かいピッチで複数の傾斜主面701に形成したので、1画素ごとの一端と他端との対向電極20に対する間隔は、第2の実施例の場合よりもさらに小さくなり、この画素電極16の傾斜主面の傾きに起因した電界の不均一は全く問題とならなかった。

【0068】なお、本実施例においては第2層間絶縁膜9の表面に複数の断続する傾斜主面701を形成する方法として斜めイオン射しによるドライエッチングを用いたが、製造方法としてはこれはレジストには限定されず、例えば、製造方法としてはいかなるプロセスによってもエッチャントを用いたエッチング法を適用することも可能であることは言うまでもない。

【0069】（実施例5）前述の第1の実施例において述べたように、本発明に係る反射型液晶表示装置における、不要な反射光27と表示に係る出射光25との分離の作用は、対向基板18の基板19表面（表示側の主面）と画素電極16の反射主面とを傾けて配置することによって、実現することができる。したがって、上述の各実施

例の場合には画素電極16の傾斜主面を斜めに形成したが、これ以外にも対向基板18の基板19表面を画素電極16に対して斜めに形成することもできる。即ち、対向基板18の基板19をその一端と他端との断面の厚さが異なるように形成し、対向基板18の基板19表面が傾くように形成しても、上述の各実施例と等しい効果が得られる。なお、本実施例においても画素サイズ約100 μ m、対角約3インチの反射型液晶表示装置を一例として作成した。

【0070】本実施例においては、液晶セル内部の対向電極20、画素電極16、第2層間絶縁膜9、TFT7等の各構造物は上記各実施例と同様に形成したが、本実施例の特徴としては画素電極16と対向電極20とが平行になるように形成した。すなわち、第2層間絶縁膜9を斜めに表面を形成せず平坦に形成しその上に平坦な画素電極16を形成した。一方、対向電極20も画素電極16と平行になるように平坦な膜厚に形成した。

【0071】なお、画素電極16の形成材料層としては、TFTのみに限定されず、例えばMIM（Metal Insulator Metal）のようなダイオード素子を用いても構わない。また、TFT7の活性層としては本実施例においては多結晶シリコン膜を用いた。また、画素電極16としては多結晶シリコン膜を用いた。また、画素電極16と対向電極20との間隔は、A1-Siを用いた。液晶層22の屈折率 n_{lc} は1.5であった。

【0072】一方、対向基板18は、テーパー角が7°となるように一方に傾斜加工を施した透明なガラスからなる基板19を用いて、この基板19の液晶層22と対向する側の主面に透明導電膜としてITOをほぼ全面に亘って成膜し対向電極20を形成した。前記のテーパー角は、本発明者らが本実施例において用いた光学系の集光角が約8°であったため、これに対して好適な値とすべく7°に設定した。したがって集光角が小さい場合には、このテーパー角はさらに小さくすることもできる。

なお、このテーパー角は、前述の第1の実施例において図3に基づいて説明した計算式から求めることができ、2.6度以上が好適である。上記のように傾斜加工による製造方法を用いれば、テーパー角を正確に制御することが可能である。

【0073】そしてTFTアレイ基板17と対向基板18とを周囲を接着剤で封止してそのセルギャップに液晶層22を注入・封止して液晶パネルが形成されている。このとき、対向基板18の基板19の傾斜主面の傾斜の向きは、図8に示すように表示に係る出射光25の主軸が絞リ26を中心としたシュレーレン光系の光学主軸と同方向になるように設定することはいくまでもない。

【0074】このようにして形成された第5の実施例の反射型液晶表示装置に表示を行なわせてその画像品質を評価したところ、入射光の対向基板18の基板19表面における反射光27と、画素電極16を反射して出射さ

(14)

射型液晶表示装置も、画素サイズ約100 μ m、対角約3インチで形成した。対向基板18の基板19表面の傾斜は、上述の第6の実施例と同様にテーパー角を7°とした。そしてその他の構造および製造方法は第6の実施例とはほぼ同様のものでした。これを図10に示す。

【0080】このような構造に形成された第7の実施例の反射型液晶表示装置においては、第6の実施例と同様に、対向基板18の基板19主面における不要な反射光を分離して、良好な表示品質の画像を実現することができた。

【0081】なお、TFTアレイ基板17の製造方法としては、基板1として石英基板を用いてこの石英基板上に、図8成長により多結晶シリコン膜を形成しこの多結晶シリコン膜を用いてこのTFTを形成するとともに、駆動回路等も同一基板上に形成してもよい。

【0082】（実施例8）第8の実施例の反射型液晶表示装置は、第5の実施例における対向基板18の基板19の表面の傾斜を、第7の実施例の傾斜主面よりもさらに小さいピッチで多数形成したことを特徴としている。これを図11に示す。

【0083】本実施例においては、図11に示すように、1画素ピッチ当たり3つの傾斜主面1101が断続するよう形成した。このとき、各傾斜主面1101のテーパー角は7°となるように形成した。

【0084】このように第8の実施例の反射型液晶表示装置においても、表示に係る出射光25と不要な反射光27とを効果的に識別することができ、良好な表示品質の画像を表示することができた。

【0085】なお、図11において、TFT7への光入射を避けるための遮光膜（BM）は図示の簡略化のために省略してある。またこれと同様に上述の第5～第7の各実施例においても図示の簡略化のために遮光膜は省略してある。

【0086】（実施例9）第9の実施例は、対向基板18の基板19表面の傾斜主面を、第8の実施例とは逆に1画素よりも大きなピッチで複数形成したことを特徴としている。具体的には、絞方向・傾方向の2画素ずつ合計4画素にわたって、即ち隣り合う4つの画素電極16ごとを1まとめとしてその4つの画素電極16ごとに1つずつの断続する傾斜主面1201が対応する（共有）ように対向基板18の基板19表面を形成（加工）したことが特徴である。これを図12に示す。

【0087】本実施例では、このように縦横ともに2画素ずつ合計4画素で1つの斜面を共有するものとしたが、本発明はこれのみに限定されず、例えばさらに縦横方向にそれぞれ3画素分を9画素をひとまとめとする、あるいは縦方向には3画素分かつ横方向には1/2画素分といったように、一つの傾斜主面1201が対応する画素数の割合を変化させても良いことは言うまでもない。それらの各傾斜主面1201のテーパー角は7°に設

(15)

定した。そしてその他の構造は上述の第5の実施例等とは同様の構造に形成した。このような第9の実施例の反射型液晶表示装置においては、不要な反射光27と表示に係る出射光25とを効果的に分離して、表示品位の良好な画像表示を実現することができた。

【0088】(実施例10) 第10の実施例において、上述の実施例1～9に示した各反射型液晶表示装置のうちのいずれか一つを用いて大型スクリーン等のスクリーンの光學系を介してカラー画像を投射する投射型表示装置の一例を、図13に基づいて説明する。この投射型表示装置における、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色成分に対応した液晶パネルとしては、第5の実施例で説明した対向基板18の基体19表面を傾斜させた反射型液晶表示装置を用いた。液晶パネルとしてはこの他にも、上記各実施例で示したような本発明に係る反射型液晶表示装置を用いることができる。

【0089】液晶パネルはR・G・B用それぞれ1枚ずつを併せて、液晶パネル1300a、1300b、1300cの合計3枚を用いた。

【0090】光源のメタルハライドランプ1301から出射された光源光は、反射ミラー1302で反射されて方向を変えられた後、集光レンズ1303を通してダイクロックプリズム1304に導かれる。

【0091】このとき、前記反射ミラー1302の径(D1)と集光レンズ1303のバックフォーカス長(F1)によって、光源光の入射角の集光角(θ)は、 $\theta = \arctan (D1/F1)$ と規定される。

【0092】そしてダイクロックプリズム1304においてR・G・Bの3色に分離された光は各色ごとにそれぞれ各液晶パネル1300a、1300b、1300cに入射される。

【0093】各液晶パネル1300a、1300b、1300cにそれぞれ光が入射されると、画素電極16の反射主面で反射され液晶層22を介して再びダイクロックプリズム1304内に出射される。そしてダイクロックプリズム1304内で3枚のそれぞれの液晶パネル1300a、1300b、1300cから出射された光が合成された後、その光はダイクロックプリズム1304から集光レンズ1303へと前記と同様に向かって出射される。このとき、各液晶パネル1300a、1300b、1300cにおける対向基板18の基体19表面と画素電極16の反射主面とが傾きを持って配置されているため、対向基板18の基体19表面で反射された不要な反射光27と画素電極16の反射主面で反射された表示主面に出射された表示に係る出射光25とは峻別されて、不要な反射光27はカットされる。そしてこのようにしてダイクロックプリズム1304から出射された光は、集光レンズ1303を前とは逆向きに通って集束された後、絞り26を通してスクリーン1

(16)

【0099】あるいは、この第11の実施例で示したような構造の直視型表示装置は、上述の他にも、図14Bに示すように壁掛けテレビに適用することも可能である。このとき、上述のスポットライト1402は、例えば上述の場合とは逆に液晶パネル1401の上方向つまり室内でいえば天井から吊り上げて液晶パネルに対して光源光を供給するようにしてもよい。このような構造の直視型表示装置を用いた壁掛けテレビによれば、画面に反射光による見辛いざらつき等の無い、コントラスト特性が良好な画像を観覧することができである。

【0100】また、スポットライトのような光源以外の、例えば室内の証明器具等から入射される光について、本発明に係る直視型の表示装置によれば不要な反射光27として表示に係る出射光25とは峻別することができ、その結果、画面の表示側表面での反射や写り込みなど、画面の見辛さのない良好な画面でコントラスト特性の良好な画像を観覧することができである。

【0101】なお、以上の各実施例のうち、第1～第4の各実施例においては、画素電極16の傾斜主面はその下の第2層間絶縁膜9の表面を傾斜して設けることにより傾斜させているが、本発明はこのような構造のみに限定されないことは言うまでもない。即ち、例えば画素電極16を通常より厚めに形成しておき、これを表面が傾斜するようにテーパ形状に形成あるいはエンタングリングして、画素電極16自体の表面をテーパ状に形成して傾斜させてもよいことは言うまでもない。

【0102】また、第5～10の各実施例においては、いずれも対向基板18の基体19表面を研削あるいはドライエッチングにより加工して、傾斜主面を形成しているが、傾斜主面の形成方法はこれのみに限定されないことは言うまでもない。

【0103】この他にも、対向基板18の基体19は一般的な平坦な面を持つガラサ基板上の基体と異なり、この基体と光学的に等しい材質なら特に屈折率透過率の等しい材料を用いて傾斜した主面を有する第2の基体を形成し、この第2の基体を前記の平坦な基体の上に光学的にそれらと同一の材質の層(接着剤)を用いて接合して、対向基板18のテーパ形状の基体19を形成してもよいことは言うまでもない。

【0104】上記第1～第11の実施例に示したように、本発明によれば、画像表示に係る光と単なる液晶パネル前での反射光とを峻別し、反射光に起因した輝度の低下やコントラスト特性の低下を抑制した良好な画像表示が観覧可能な反射型液晶表示装置およびそれを用いた表示装置を提供することができである。

【0105】(実施例12) この第12の実施例においては、本発明に係る反射型液晶表示装置を用いた反射型液晶プロジェクタに用いた場合について説明する。

【0106】この反射型液晶プロジェクタは、図15に示すように、一方の基板上には透明電極が形成され他方

の基板上には反射電極が形成されており、その透明電極と反射電極とが間隙を有して対向するように配置された2枚の電極基板とこの電極基板どうしの間隙に挟持されて他方を印刷加工され、前記の一方の基板上より透明電極を通して入射する入射光の透過を制御する液晶層とを備えており、反射型液晶表示がパネル100a、100cの2枚が間隙を有して対向配置され残りの1枚である反射型液晶表示がパネル100bが前記の2枚に対して垂直な姿勢に配置されている3枚の反射型液晶表示がパネル100a、100b、100cと、光源101と、外形が立方体で3つの主面が前記の3枚の反射型液晶表示がパネル100a、b、cそれぞれの主面と略平行となるように配置されており、光源101から入射されてくる光源光を波長分布の異なる3つの光に分光し、この光を前記の3枚の反射型液晶表示がパネル100a、b、cそれぞれに振り分けて入射させ、その3枚の反射型液晶表示がパネル100a、b、cそれぞれの反射電極を反射してその前側面に出射して来た光を再び前記の入射方向とは逆向きに出射する分光手段としてのダイクロックプリズム102と、光源101から供給される光源光をダイクロックプリズム102に導く導光系と液晶表示がパネル100a、b、c内の各反射電極で反射し液晶層を透過して透明電極の前側面に出射される光を、そこから離開された位置に配置されたスクリーン103に投射して画像を結像するシュリーレン光学系を含む光学系104と、光源101から供給されてダイクロックプリズム102の表面で反射する表示に係らない反射光の反射角を、画像表示に係る光の光軸とは異なる角度で前記の光学系104のシュリーレン光学系における絞り105を通過しない角度に反射させる反射光学系であって、ダイクロックプリズム102とはほぼ同じ屈折率の材質からなりその出射側主面に対して傾斜角を持つ断面形状の透明部材からなり、ダイクロックプリズム102の出射側主面に傾き付けられた反射光学系106とを具備している。

【0107】なお、この反射型プロジェクタに用いられる液晶表示パネル自体は反射型液晶表示パネルであればよいので、その構造の詳細は図示および説明の簡便化のために省略したが、本実施例において用いた反射型液晶表示パネルとしては、一般的な方式のTFTアクティブマトリクス型液晶表示パネルを用いた。その液晶表示パネルの仕様は、画素サイズ約100 μ m、対角約3インチの反射型液晶表示がパネルで、R、G、B用に3枚用いて投射方式の液晶プロジェクタを作製した。また、その液晶表示にはポリマー分散型液晶を用いた。これは、この他にも一般的なTN型やSTN型の液晶表示が用いられるが、言うまでもなく多少なりとも傾度向上するためであるが、用いても構わない。

【0108】また、液晶表示がパネル100a、b、cとダイクロックプリズム102との間には、オプティカ

(17)

ルマツタング層1107を代用してある。

【0109】そしてこのような液晶表示パネル100 a、b、cはそれぞれ、屈折率1.5のアクリル系接着剤を用いてダイクロイックプリズム102の互いに垂直な所定の3主面に接着した。

【0110】このとき、ダイクロイックプリズム102の光入射側の主面自体を、光の出射光軸に対して垂直とせずに傾斜面108のように傾斜させる、あるいはそのような面が傾斜面であるような、つまり断面形状が図15に示すようにくさび型あるいは三角プリズム型の反射光学系109をダイクロイックプリズム102の光入射側の主面に貼設することにより、液晶表示パネルから放射され出射されて来た表示に係る光とダイクロイックプリズム102の前面で反射した不要な反射光とを分離して、ON/OFF比の高い即ちコントラスト比の高い反射型表示装置を実現できる。

$$\theta < |\theta_i - \theta_r| = 2 \times \theta_i$$

となればよい。

【0113】 θ mがダイクロイックプリズム102に垂直となる。即ち、スネルの法則から θ_i と θ_s との関係がわかる。

$$n = \sin \theta_i / \sin \theta_r$$

【0114】ここで集光角を例えれば5度とすると、

$$\theta_s = \arcsin((\sin \theta_i) / n)$$

となり、 θ_s を1.7度以上傾ければ良いことが導き出される。

【0115】そしてこの程度の傾斜角であれば、光学上、反射光学系106によるプリズムの効果は無視し得る。このような反射光学系106の傾斜角はダイクロイックプリズム102の1主面を傾斜して形成しても構わないし、あるいは傾斜面を持つガラス基板を貼り付けても良い。

【0116】また、反射光学系106の形状は、上記のようなくさび型の断面形状のみには限定されない。他にも、例えば図17に示すように断面が二等辺三角形の三角プリズム状のものを用いても良いことは言うまでもない。

【0117】以上のような本発明に係る反射型液晶プロジェクトで画像を投射表示させ、その投射画像の詳細を行なった。その結果、図18に示すように、本発明に係る反射型液晶プロジェクトの場合には、コントラスト比が100:1となり、従来の反射型液晶プロジェクトの場合と比べて飛躍的に改善されており、また反射防止膜を用いた従来の反射型液晶プロジェクトの場合と比べても、そのコントラスト比は倍以上にも向上したことが確認された。

【0118】上記の第12の実施例で示したように、本発明によれば、画像表示に係る光と単なる液晶表示パネル前面での反射光とを識別し、その反射光に起因した輝度特性の低下やコントラスト特性の低下を解消した反射

【0111】ところで、上記の如く、反射型液晶表示装置においてはその基板あるいは画像表示に係る光の出射面(画面)の表面での不要な反射光と、画像表示に寄与するために画素電極で反射されて出射される出射光とを峻別して分離することが、その観察される表示画面の輝度およびコントラスト特性の向上に対して極めて効果的である。このとき要求される画素電極の面方向の角度は以下の如く見られる。図16は、その出射光と反射光とを示す図である。

【0112】画像表示に係る光の、概り105度の集光角を θ_c とすると、一般的なダイクロイックプリズム102の光源側入射面を θ_s 傾斜させる。この傾斜面に対する散線に対する θ_i の入射角で光を入射させる。このときのダイクロイックプリズム102への進入角を θ_m 、その前面での反射角を θ_r とすると、

$$\dots (1)$$

直に入射する場合、即ち $\theta_m = \theta_s$ の場合、ガラスの空気に対する屈折率 n が1.5とすると、

$$\dots (2)$$

(1) 式より $\theta_i = 2.5$ 度以上あれば良く、これを

(2) 式に代入すると、基板傾斜角 θ_s は、

$$\dots (3)$$

型液晶表示素子を備えて、コントラスト特性の良好な画像表示を実現できる反射型液晶プロジェクトを提供することができる。

【0119】

【発明の効果】以上、詳細な説明で明示したように、本発明によれば、コントラスト比が高く良好な表示品質を実現する反射型液晶表示装置およびそれを用いた表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1A～図1Fは、第1の実施例の反射型液晶表示装置の主要構造の製造プロセスを示す図である。

【図2】図2は、本発明の反射型液晶表示装置の動作を説明する図である。

【図3】図3は、本発明の反射型液晶表示装置の動作を説明する図である。

【図4】図4は、電極の傾きと集光角との相関を示す図である。

【図5】図5は、第2の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

【図6】図6は、第3の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

【図7】図7は、第4の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

【図8】図8は、第5の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

【図9】図9は、第6の実施例の反射型液晶表示装置の

(18)

構造を示す図である。

【図10】図10は、第7の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

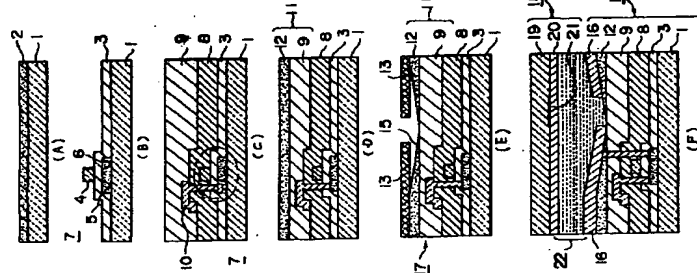
【図11】図11は、第8の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

【図12】図12は、第9の実施例の反射型液晶表示装置の構造を示す図である。

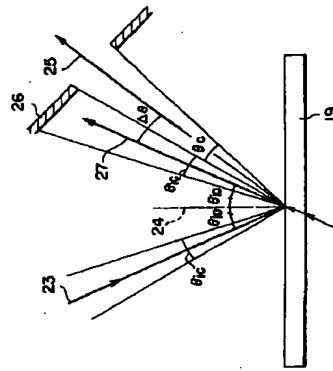
【図13】図13は、本発明に係る反射型液晶表示装置を用いた投射型の表示装置を示す図である。

【図14】図14Aは、本発明に係る反射型液晶表示装置を用いた直視型の表示装置のうち、情報処理装置の表示端面と対向する電極がほぼ同定された構造の直視型表示装置を示す図である。図14Bは、本発明に係る反射型液晶表示装置を用いた直視型の表示装置のうち、壁掛けテレビに適用される直視型の表示装置を示す図である。

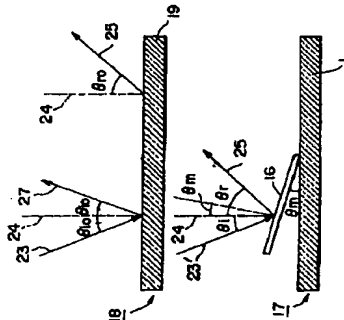
【図1】



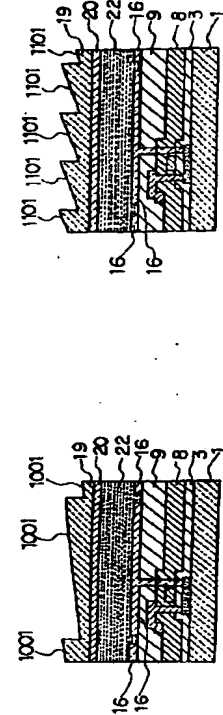
【図2】



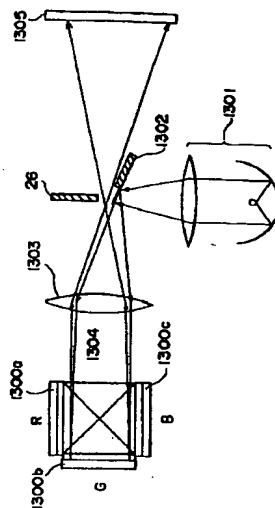
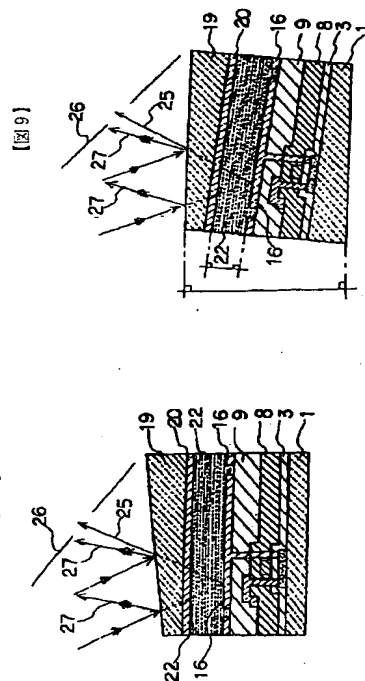
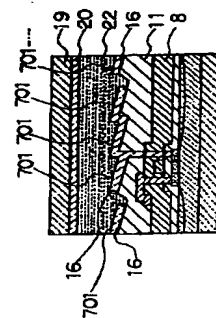
【図3】



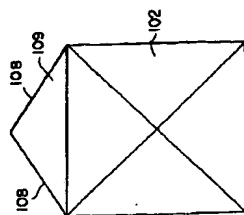
(20)



【图7】



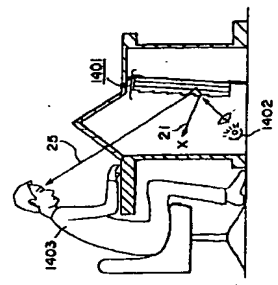
【圖17】



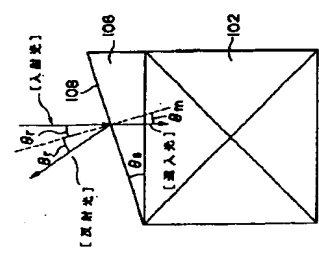
【图 13】

(21)

【図14】



【図16】



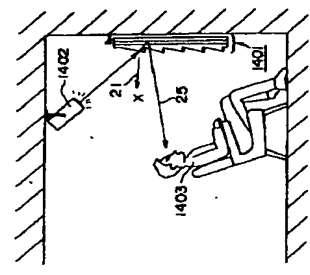
(22)

フロントページの続き

(72)発明者 波道 好浩
神奈川県横浜市新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 小林 道成
神奈川県横浜市新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 原田 望
神奈川県横浜市新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内



【図15】

【図18】

